Über die sogenannte Kauplatte der Cyprinoiden.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

an der

hohen philosophischen Fakultät II. Sektion der Königlichen Maximilians-Universität zu München,

vorgelegt am 5. Juli 1906 durch

OSKAR HAEMPEL.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).
1907.

Über die sogenannte Kauplatte der Cyprinoiden.

Inaugural-Dissertation

zur

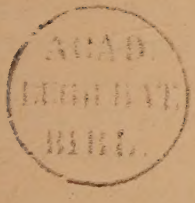
Erlangung der Doktorwürde

an der

hohen philosophischen Fakultät II. Sektion der Königlichen Maximilians-Universität zu München,

vorgelegt am 5. Juli 1906 durch

OSKAR HAEMPEL.



STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).
1907.

Druck der Stuttgarter Vereins-Buchdruckerei.

Einleitung.

Weit charakteristischer als äußere Form und Zahl der unteren Schlundzähne ist für die Familie der Cyprinoiden das Vorhandensein der sogenannten Kauplatte, einer flachen Hornscheibe, die auf einem Fortsatz des Basioccipitale befestigt ist, frei in den Pharynx hineinragt und den unteren Schlundzähnen bei deren Kaubewegung als Widerlager dient. Diese Kauscheibe ist von verschiedenen Autoren unter den mannigfaltigsten Namen, wie z. B. Kauplatte, Zahnplatte, Meule, Karpfenstein makroskopisch beschrieben worden. Doch ist die Beschreibung überall eine unvollständige, oft sich widersprechende, so daß man sich kein richtiges Bild von diesem Gebilde machen kann, das beim Kauprozesse der Cyprinoiden eine so wichtige Rolle spielt. Den letzten Versuch machte Gratzianow (11) in einer vorläufigen Mitteilung im Jahre 1900, doch auch seine Befunde sind infolge ungenügenden Untersuchungsmaterials lückenhaft. Seit dieser Zeit ist meines Wissens in der Literatur nichts erschienen. Da einmal mein Interesse auf diesen Gegenstand gerichtet war, folgte ich gern einer Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Hofer, die Kauplatte sowohl in morphologischer und histologischer Beziehung als auch ihrer Entstehung nach eingehend zu untersuchen, und will nun im folgenden meine erzielten Resultate wiedergeben.

Material und Technik.

Das Material, dessen ich mich bei meinen Untersuchungen bediente, stammte hauptsächlich aus der heimatlichen Fischzuchtanstalt Malec in Westgalizien und wurde zum Teil von mir selbst, während meiner Abwesenheit von meinem Vater konserviert. Es

wurde dabei so vorgegangen, daß der Zeitpunkt des Ablaichens der Fische genau ins Auge gefaßt und von da an jeden zweiten Tag Untersuchungsmaterial den Teichen entnommen und an Ort und Stelle sogleich fixiert wurde. Auf diese Weise war es mir möglich, die jüngsten Stadien von *Cyprinus carpio* und *Tinca vulgaris* bis zum sechs Monate alten Fischchen lückenlos zu erhalten. Ältere Exemplare wurden mir durch die gütige Vermittlung des Herrn Prof. Dr. Hofer seitens der Biologischen Station für Fischerei in München zur Verfügung gestellt, wofür ich an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche. Andere Cyprinoiden wie *Barbus*, *Leuciscus*, *Chondrostoma* etc. stammten vom Münchener Fischmarkt.

Zu meinen Untersuchungen wandte ich verschiedene Fixierungsmittel wie konzentriertes Sublimat, Zenker'sche und Kleinenberg'sche Flüssigkeit, sowie ein Gemisch von Formol, wässrigem Sublimat und Eisessig an. Die besten Resultate ergab konzentriertes Sublimat, zumal für jüngere Exemplare, während sich für ältere das Formol-Eisessiggemisch am meisten eignete.

Zur Entkalkung von Knochen war die Thomas'sche Flüssigkeit ausgezeichnet. Bei jungen Fischchen bis 3 cm wurden Schnitte durch den ganzen Rumpf gemacht, bei älteren Exemplaren wurde die Kauplatte herauspräpariert und dann geschnitten. Das Anfertigen von Dünnschnitten durch die Kauplatte erwachsener Fische ergab Schwierigkeiten, die zum Teile noch nicht überwunden sind. Das Horn der obersten Schicht weist eine solche Härte und Sprödigkeit auf, daß es imstande ist, die Messerschneide sofort zu verderben. Alle meine Bemühungen, diese Eigenschaft dem Horn zu nehmen, waren mit geringem Erfolg begleitet: Salzsäure und Chromsäurelösungen machten die Kauplatte eher noch härter, Eau de Javelle versagte vollständig. Dennoch gelang es mir mit vieler Mühe einige Schnitte von 10 bis 15 μ zu erhalten, da die Sprödigkeit des Horns bei einzelnen Fischarten geringer ist und ein vorsichtiges Schneiden gestattet. Von Färbemitteln verwandte ich am meisten Doppelfärbungen von Boraxkarmin und Delafield'schem Haematoxylin, sowie letzteres mit Safranin. Dieser Methode verdankte ich meine besten Resultate an den verschiedenen Geweben. Heidenhain gab scharfe Bilder der chromatischen Bestandteile des Kerns.

Literatur.

Ehe ich zur Beschreibnng meiner Beobachtungen übergehe, möchte ich zunächst Rechenschaft darüber ablegen, welche Mitteilungen bisher in der ichthyologischen Literatur über die Kauplatte gemacht worden sind. Die meisten Autoren begnügen sich mit einer kurzen Schilderung der äußeren Form und Struktur, um dann ebenso knapp die physiologische Bedeutung zu berühren. Die ältesten Aufzeichnungen fand ich in Cuvier's Tierreich (1), wo es in der einleitenden Beschreibung über die Familie der Cyprinoiden folgendermaßen lautet: »Die Zunge ist glatt, der Gaumen mit einer dicken, weichen und ausnehmend reizbaren Substanz ausgekleidet, die man gewöhnlich Karpfenzunge nennt, der Schlund zeigt ein kräftiges Kauinstrument, nämlich dicke Zähne an den unteren Schlundknochen, die die Nahrungsmittel zwischen sich quetschen können und eine steinharte Platte, die in eine weite Höhlung unter einem Fortsatz des Basilarknochens eingekeilt ist.« Stannius (2) kommt bei der Besprechung der Bezahnung des Fischrachens ganz kurz auf die Kauplattenbildung zurück. Er erwähnt, daß bei den Cyprinoiden nur an der hinteren Begrenzung der Mundhöhle Zähne vorkommen, weist auf die *Ossa pharyngea inferiora* hin sowie auf eine »eigentümliche Zahnbildung« am Hinterhauptsbeine. v. Siebold (3) und Heckel (4) widmen in ihren beiden ichthyologischen Werken der Besprechung der Cyprinoiden-Schlundzähne einige Worte, ohne den physiologischen Kauvorgang und damit die Kauplatteneinrichtung zu erwähnen. Owen (5) gibt uns in seiner Odontography eine mäßig gute Abbildung der Kauplatte in situ, ebenso Jurine (6). Weit genauer befaßt sich mit der Kauplatteneinrichtung Gegenbaur (7). Ich lasse seine Beschreibung hier unverkürzt folgen. »Die im ganzen vor- und aufwärts gerichteten Zähne sind dem Knochen synostotisch verbunden und wirken gegen eine neue Einrichtung, die zwar gleichfalls vom Epithel ausgeht, aber durch Verhornung desselben geliefert wird. Ein bedeutender, auf Durchschnitten zwei Schichten erkennen lassender, abgerundeter Vorsprung von bestimmter Gestalt ist in eine basale Einsenkung des Craniums eingelassen und leistet mit seiner harten Fläche den genannten Zähnen die Gegenwirkung. Alles zeigt an dieser Einrichtung auf eine erhöhte Funktion zur Zerkleinerung des Nähr-

materials. Der hier gegebene Apparat bietet einen Ersatz für das übrige Gebiß, das bei diesen Physostomen zugrunde gegangen ist. Die hornige Kauplatte nimmt die Stelle der *Ossa pharyngea superiora* ein, die sonst bei anderen Fischen in ähnlicher Art fungieren, aber die Neugestaltung läßt in ihrer Vereinfachung auch eine funktionell viel höhere Stufe erkennen, da die Fixierung der Kauplatte der bei den *Ossa pharyngea* bestehenden Muskelwirkung nicht benötigt und den massiven Zähnen der *Ossa pharyngea inferiora* eine viel bedeutendere Wirkung zukommt, als dem Zahnbesatz des homologen Knochens anderer Fische.«

Weiters habe ich in der Literatur eine Arbeit von Molin (8) vorgefunden, die sich speziell mit der Kauplatte befaßt. Molin schildert uns äußere Form und Gestalt und macht uns dann mit dem Ergebnis seiner mikroskopischen Untersuchung bekannt. Seiner Meinung nach besteht die Platte aus polygonalen Zellen mit rundlichem Kern. Gegen die Basis des untersuchten Organs schwindet die äußere Kontur der Zellen, so daß man nur die im homogenen Blastem zerstreuten Kerne noch deutlich erkennen kann. Er erwähnt ferner noch Bindegewebspapillen, welche in die Kauplatte hineinragen, und zieht am Schlusse seiner Betrachtungen eine Parallele zwischen Kauplatte und Schwiele (*callosità*).

Weitere Arbeiten, die die Kauplatte zum Gegenstand einer mehr oder minder ausführlichen Beschreibung haben, sind solche von Heincke (9) und Hoppe (10). Beide Autoren bringen wenig Neues. Sie stimmen im wesentlichen mit Molin überein, nur Heincke ist, was den histologischen Aufbau der Kauplatte betrifft, anderer Meinung. Nach ihm weist die Kauplatte an der Basis rundliche Zellen auf, welche nach oben an Größe zunehmen, sich abplatten und allmählich in polygonale Zellen übergehen, die anfangs ihre Kerne bewahren, in den oberen Schichten jedoch derselben verlustig werden. Er unterscheidet danach zwei Schichten, eine weiße mit Zellkernen und eine gelbbraune, die derselben entbehrt und außerdem von großer Härte ist. Am Schlusse seiner kurzen Abhandlung bringt Heincke eine halbschematische Darstellung eines Querschnittes eines 3 cm langen Cyprinen, welcher seine obigen Befunde erläutert. Hoppe schließt sich in allen Punkten seinem Vorgänger an, ohne etwas Neues hinzuzufügen. Beiden genannten Autoren folgte einige Jahre später Gratzianow (11). Während die ersteren als Untersuchungsmaterial schon

ältere Tiere benützten, war Gratzianow der erste, welcher sich jüngerer Stadien bediente. Auch er gibt einen kurzen Überblick der äußeren Gestalt der Kauplatte, wendet sich sodann der histologischen Struktur zu, und versucht endlich auf Grund von Querschnitten junger Cyprinen die Entstehung der Kauplatte zu deuten. Das Endergebnis der Untersuchung bilden zwei Entstehungsmodi; nach der einen stülpt sich das Epithel des Schlundes in das »stratum mucosum« ein und dehnt sich hier nach allen Seiten aus. Dann bricht die Kauplatte wie ein echter Zahn nach außen in die Schlundhöhle durch und verhornt diesem Durchbruche gemäß. Es geht das Wachstum der Kauplatte daher analog der Zahnentwicklung vor sich. Bei *Abramis brama* ist der Vorgang dagegen ein anderer. Hier hat eine starke Vermehrung des Bindegewebes zur Folge, daß der Raum zweier Schlundfalten sich immer mehr verengt und endlich ganz verschwindet. An dieser Stelle nun häufen sich die Epithelzellen stark an und werden zum »Epiderm« der Kauplatte. Im letzten Teile meiner Abhandlung werde ich Gelegenheit finden, darauf hinzuweisen, inwieweit diese Ergebnisse mit meinen Befunden sich decken. Doch muß ich gleich hier vorwegnehmen, daß ich bei allen von mir untersuchten Cyprinoiden nur eine Entstehungsart der Kauplatte vorgefunden habe. Warum sollte auch bei Fischen einer so engen Familie, wie es die Weißfische sind, ein solch einfach gebautes Organ auf verschiedene Weise entstehen? Gratzianow hat, wie er ja selbst zugibt, mit ungenügendem Material gearbeitet und dies erklärt von selbst die Lücken seiner Arbeit. Meiner Meinung nach waren die untersuchten Fischchen noch viel zu groß, denn auf allen Exemplaren war die Kauplatte schon entwickelt.

A. Makroskopische Betrachtung der Kauplatte einiger Cyprinoiden.

Es ist wohl allgemein bekannt, daß bei Cyprinoiden die Mucosa der Schlunddecke am Eingange in die Kauhöhle ein stark muskulöses Polster bildet, das nach Heincke (9) höchstwahrscheinlich einen vollständigen Abschluß der letzteren nach dem Kiemenapparat herbeiführen kann. Unmittelbar vor dem Eingange in die Speiseröhre liegt nun in einer kleinen, gegen den Rachen abgesperrten Höhlung, in das hintere Ende dieses schwam-

migen Polsters eingebettet die sogenannte Kauplatte. Ihre jeweilige Lage ist durch die *Ossa pharyngea inferiora* bestimmt, indem sie den verschiedenen kräftigen Zähnen derselben als Widerlager dient. Entfernt man durch Maceration rings um die Kauplatte das Gaumenpolster, so sieht man, daß die Kauplatte an einem nach unten und hinten gerichteten Pharyngealfortsatz des Basioccipitale befestigt ist. Derselbe ist bereits von Sagemehl (12) ausführlich behandelt worden. Seinen vortrefflichen Ausführungen entnehme ich das wichtigste und ergänze seine Befunde durch die meinigen. Der Pharyngealfortsatz wird von zwei absteigenden Schenkeln gebildet, die den Anfangsteil der Aorta descendens zwischen sich fassen, und sich unter derselben zu einer rein horizontal oder schräg nach hinten und unten geneigten Knochenplatte vereinigen. Nach hinten verschmälert sich letztere und zieht sich in einen Fortsatz aus, der bald seitlich, bald von oben nach unten komprimiert erscheint und starken, zur Bewegung der unteren Schlundknochen dienenden Muskeln als Ursprung dient. Der ganze Pharyngealfortsatz hat bei verschiedenen Gattungen eine verschiedene Stellung. Bei brachycephalen Schädeln steigt der Fortsatz ziemlich senkrecht nach unten, so daß die Platte derselben annähernd horizontal gestellt ist, während an langgestreckten Schädeln der Pharyngealfortsatz nach hinten und unten gerichtet ist und auch die Platte, die unter die vorderen Wirbel zu liegen kommt, mehr schräg gestellt erscheint. Die Größe der knöchernen Platte, sowie der Kauscheibe, richtet sich vollständig nach den Schlundzähnen und deren Bewegungsmodus. Die breiteste Platte finden wir in der Familie der Cyprinina, die breite mit Kronen versehene Schlundzähne, sogen. Mahlzähne, besitzen und Mahlbewegungen gegen die Kauscheibe machen, schlank und klein ist die Platte bei Abramiden, deren feine Schlundzähne ineinander greifen wie die Zinken zweier Kämme. Auf makro- wie mikroskopischem Wege gelangten meinerseits folgende Cyprinoiden zur Untersuchung: *Cyprinus carpio* (L.), *Tinca vulgaris* (Cov.), *Leuciscus cephalos* (L.), *Leuciscus idus* (L.), *Barbus fluviatilis* (Cuv.), *Cobio fluviatilis* (Cuv.), *Condrostoma nasus* (L.), *Leuciscus virgo* (Heck.), *Aspius mento* (Ag.), *Abramis vimba* (L.) und *Cobitis barbatula* (L.). Im folgenden werde ich versuchen, in kurzer Form einige charakteristische Kauplatten zu schildern, zumal sich von diesen alle anderen Formen ableiten lassen.

Cyprinus carpio (L.). Taf. I, Fig. 1.

Was zunächst die äußere Gestalt und Form der Kauplatte vom *Cyprinus carpio*, dem Hauptvertreter unserer Cyprinoiden, betrifft, so ist dieselbe eine recht einfache: Bei ganz jungen Fischchen ist sie von rostbrauner Farbe und besitzt die Gestalt einer Birne. Das dem Stiel entsprechende Ende ist nach rückwärts gewandt und geht allmählich in das Epithel der Pharyngealschleimhaut über. An der Kaufläche lassen sich auch schon hier Einkerbungen erkennen, die von den ebenfalls gut ausgebildeten Mahlflächen der Zähne der *Ossa pharyngea inferiora* herrühren. Die Härte der Platte ist selbst bei jungen Exemplaren eine derartig große, daß jegliches Dünnschneiden mit Messer unmöglich gemacht wird. Bei älteren Karpfen wächst die Kauplatte in die Breite und verliert so die Gestalt einer Birne. Das nach rückwärts gewandte, ursprünglich wie ein Stiel aussehende Ende setzt sich vom umgebenden Epithel scharf ab, verkürzt sich und biegt sich konkav nach abwärts, so daß es aus der Ebene des schwammigen Polsters zu liegen kommt. Bei Betrachtung der Gesamtoberfläche der Kauplatte bemerkt man eine regelmäßige Felder-einteilung; zwei große Mittel- und je zwei kleine Seitenfelder mit konkaver Einbuchtung weisen auf die mächtigen Kau- und Mahlbewegungen der Schlundzähne hin. Auf den Kauakt selbst komme ich im letzten Teile meiner Abhandlung zurück.

Die Farbe der Platte ist eine braune bis gelbe.

Barbus fluviatilis (Cuv.). Taf. I, Fig. 2.

Eine etwas abweichende Gestalt von der beschriebenen Kauplatte des Karpfens zeigt die Kauplatte von *Barbus fluviatilis*. Ihre äußere Form und Gestalt läßt sich mit einem gleichschenkligen Dreiecke vergleichen, dessen Basis von dem vorderen Rand der Platte gebildet wird. Interessant sind jederseits drei regelmäßig und symmetrisch gebildete Wülste, die voneinander durch tiefe Einschnitte getrennt sind, und deren Verlauf sich genau bis zum äußersten Rand der Platte verfolgen läßt, während nach Heincke dieselben gegen die Mitte zu verschmelzen. Zwischen diese drei seitlichen Wülste schiebt sich ein unpaarer Abschnitt ein, den ich dem Stiel der Kauplatte des Karpfens vergleiche. Derselbe hat Flaschenform mit nach vorn gewandtem Halse und besitzt in der Mitte eine Vertiefung, die auf eine Verwachsung

des Stiels aus zwei symmetrischen Hälften schließen läßt. Der Stiel geht nach hinten wie bei jungen Karpfen allmählich in die Schleimhaut des Pharynx über. Dies die Gestalt. Was nun die Lage der Kauplatte zur Schleimhaut betrifft, so ist bei der Barbe, wie auch beim Karpfen die Kauscheibe tief in die Pharyngealschleimhaut eingelassen. Der Falz der Schleimhaut, welcher wie bei den Horngebilden höherer Tiere die Kauplatte an ihren Rändern kontinuierlich umgibt, droht die ganze Platte zu überwuchern, welche Erscheinung bei jungen Barben auch eintritt. Die Farbe der Kauplatte ist eine gelblichweiße, ihre Härte im Vergleich zu der des *Cyprinus* eine geringe.

Leuciscus cephalus (L.). Taf. I, Fig. 3.

Während die Kauplatte der genannten Fischspezies entweder ganz in die Pharyngealschleimhaut eingesenkt war, oder sich nur wenig in den Schlundraum erhob, ragt die des gemeinen Weißfisches ganz bedeutend hervor. Dies wird dadurch bedingt, daß der Falz der Schleimhaut meist umgelegt erscheint, ja sogar im Umkreis der Platte eine ringförmige Vertiefung bildet. Die Gestalt der Kauplatte ist eine variable, bald eine fünfeckige, so namentlich bei jungen Fischen, bald runden sich die Ecken ab: der Stiel wölbt sich deckelförmig nach aufwärts und erfährt eine Verhornung und Abgrenzung von der Schleimhaut. Eingefaßt wird die Hornschicht von einem schmalen Bande, das ebenfalls aus Keratin besteht und sich durch seine weiße Farbe von der gelben des umgrenzten Hornes deutlich abhebt. Dieses weiße Band fand ich ausschließlich allein bei obengenannten Cyprinoiden. Die Hornschicht der Kauplatte weist eine Unzahl von Wülsten auf, die nach der Mitte an Größe und Zahl abnehmen und in eine Rinne münden, in welche die Zähne der Schlundknochen beim Kauakt eingreifen. Die Grundfärbung der Kauplatte ist eine gelbe, die Wülste nehmen mehr weißlichen Ton an, die Härte ist eine geringe. — Den soeben geschilderten Kauplatten lasse ich der Vollständigkeit wegen noch die Abbildung von drei weiteren Formen folgen. Es sind die Kauplatten von *Leuciscus virgo* (L.), *Leuciscus idus* (L.) und *Chondrostoma nasus* (L.) (Taf. I, Fig. 4, 5, 6). Sie lassen nichts Neues in ihrem äußeren Aussehen erkennen, sind tief in die Schleimhaut eingelassen, von mehr oder minder ellipsoider Gestalt und entbehren der oben erwähnten

Wülste. Wie früher läßt sich auch hier ein dem Stiel vergleichbarer erhabener Teil der Kauplatte unterscheiden, der in die Schleimhaut des Pharynx übergeht.

Mit diesen kurzen Beschreibungen schließe ich die makroskopische Betrachtung ab; wir haben gesehen, daß gleich den Zähnen die relative Größe und Härte der Kauplatte variiert. Ihre Oberfläche ist meistens eine gewölbte und zeigt oftmals regelmäßig geordnete Wülste. Die den Zähnen zugewandte rauhe Hornschicht ist von gelber bis dunkelbrauner Farbe und bei einigen Spezies von solcher Härte, daß sie selbst mit dem schärfsten Messer nicht geschnitten werden kann. Die verschiedene Härte ist wahrscheinlich durch die jeweilige Nahrung bedingt, es würde indes hier allzu gewagt erscheinen, daraus besondere Schlüsse zu ziehen, da die Frage: »Was fressen unsere Süßwasserfische?« nach Schiemenz (13) noch heute der endgültigen Lösung harrt.

B. Mikroskopische Betrachtung der Kauplatte.

Betrachtet man den Querschnitt der Kauplatte eines Cyprinoiden unter dem Mikroskope, so sieht man auf den ersten Blick, daß dieselbe aus zwei übereinanderliegenden Zelllagen von verschiedenem Aussehen und verschiedenem färberischen Verhalten besteht (Taf. I, Fig. 7). Die untere Hälfte ist weiß und bei natürlicher Lage der Kauplatte völlig von dem Falze der Schleimhaut bedekt. Diese weiße Schicht bildet die Basalschicht der Kauplatte und läßt sich mit dem stratum mucosum der Epidermis höherer Wirbeltiere vergleichen. Die Zellen dieser Schicht sind aber nicht weich, sondern von einer harten Konsistenz. Auf die Basalschicht folgt eine zweite Schicht, die mit der ersten aufs engste verbunden ist. Es ist die eigentliche Hornschicht. Dieselbe übertrifft an Dimension die Basalschicht und läßt auf ungefärbten dünnen Schnitten durchsichtige farblose, auf dickeren gelbbraun erscheinende Zellen erkennen. Sie erscheinen im Vergleich zu den Zellen der Basalschicht besonders gegen die Oberfläche der Platte zu abgeplattet. Während die weiße Basalschicht in allen ihren Teilen dieselbe Dicke besitzt, nimmt die der braunen Schicht nach den Rändern der Platte zu ab, wodurch sich die gewölbte Oberfläche der letzteren erklärt.

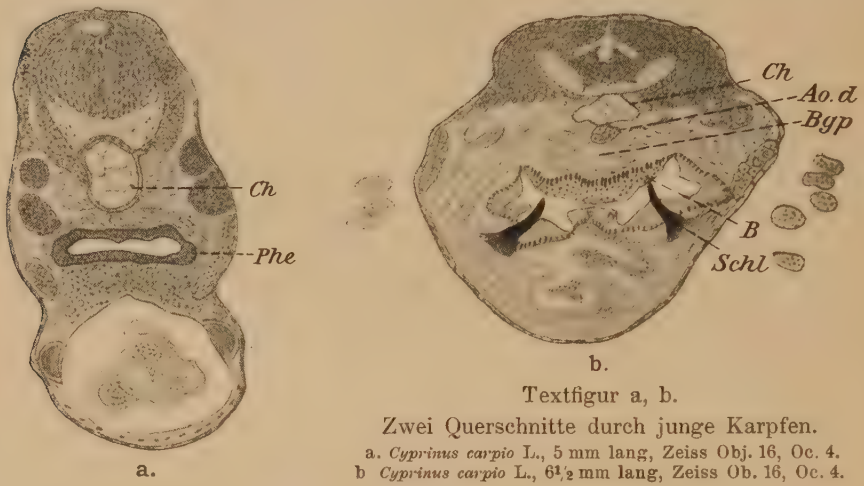
Nach der Beschreibung ungefärbter Schnitte wende ich mich den Bildern zu, die man erhält, wenn man die Schnitte mit Haematoxylin und Saffranin färbt. Wir sehen auf den ersten Blick, daß sich die Zellen der Basal- und Hornschicht ganz wesentlich voneinander unterscheiden. Die Basalschicht weist zwei Zellarten auf; die einen, welche dem Bindegewebe zugekehrt sind, bilden ein bis zwei Zelllagen, sind cylindrisch gestaltet und besitzen in ihrem Inneren einen stäbchenförmigen stark gefärbten Kern. Auf diese folgen die anderen Zellelemente, die sich im Vorrücken gegen die Oberfläche zu polygonal abplatten und zu Stachel- und Riffzellen werden. In ihrem Inneren besitzt jede Zelle einen Kern mit rundem oder ovalem Kernkörperchen. Von gewöhnlichen Epithelzellen der Mund- und Rachenhöhle unterscheiden sich die Riffzellen durch ihre Größe. Genaue Messungen ließen erkennen, daß erstere eine Länge von 5—7 μ, eine Breite von 2—5 μ aufweisen, während die Maße letzterer 12—15 μ bezw. 10—12 μ betragen. Ganz anderes Aussehen haben die verhornten Zellen. Sie erscheinen von länglichrunder Gestalt. Diese Zellen schließen indes keineswegs dicht aneinander an, sie sind vielmehr durch Kittsubstanz voneinander getrennt, die schmale helle Straßen zwischen den einzelnen Zellen bildet. Jede Zelle besitzt einen ebenfalls länglichen in Degeneration begriffenen Kern, der vornehmlich aus Chromatin besteht, und selbst in den oberflächlichsten Zellen nahe dem äußersten Rand der Kauplatte sich nachweisen läßt. Darin stimme ich mit Gratzianow überein, der die Kerne ebenfalls sah, während Heincke und Hoppe dieselben in ihren Schnitten vermißten, was wohl in der Unzulänglichkeit der mikroskopischen Technik der damaligen Zeit (1850) seine Erklärung findet. In weiterem fällt auf, daß die Basalschicht der sonstigen Norm des Verhornungsprozesses entgegen nicht allmählich in die Hornschicht übergeht, indem ihre Zellen durch steigernde Umwandlung ihres Plasmas keratinhaltig werden, sondern beide Schichten durch eine scharfe unregelmäßige Grenzlinie voneinander getrennt werden (Fig. 7). Eine Ausnahme davon machen allein die seitlichen Randzellen der Hornschicht.

Vom subepithelialen Bindegewebe aus ragen eine große Anzahl Papillen von verschiedener Länge und Breite in die Basalschicht der Kauplatte hinein; oft kann man sie in Gestalt von feinen Fortsätzen bis zur Hornschicht verfolgen. Da dieselben in

ihrer Mitte außerordentlich zart verästelte Blutkapillaren führen, in deren Innerem Blutkörperchen zu sehen sind, so kann ich mit Recht annehmen, daß dieselben die Ernährer der Kauplatte sind. Eine andere physiologische Bedeutung kommt ihnen nicht zu. Die kleinen Papillen enthalten nur eine einzige Kapillarschlinge, während in größeren einfachen oder ästigen ein Netz von Kapillaren zu finden ist, das sich aus dem an der Basis der Papille zutretenden arteriellen Gefäßchen entwickelt. Ferner kann man in den Papillen keine besonderen Bindegewebsbündel erkennen, sondern nur aufgelöste Bindegewebsfibrillen in einer anscheinend homogenen Grundmasse. An der Spitze der Schleimhautpapillen sah ich nun öfters zumeist auf Querschnitten junger Fischchen von *Cyprinus* und *Tinca* mehrere Sinnesorgane, die mit dem im Schleimhautepithel befindlichen Geschmacksknospen übereinstimmen und mit den von Leydig erkannten und später von Schultze (15) beschriebenen becherförmigen Organen identisch sind (Taf. I, Fig. 8). Auch hier lassen sich zwei Arten von Sinneszellen, Cylinderepithel und Nervenendzellen gut unterscheiden und ihre äußerst feinen Endfasern bis an die freie Oberfläche der Kauplatte zu verfolgen. Diese Geschmacksorgane treten bei jungen Fischchen, deren Kauplatte noch nicht verhornt ist, zahlreich auf, nehmen mit dem Verhornungsprozesse allmählich ab und finden sich dann bei erwachsenen Exemplaren sehr selten vor und dann oft derart, daß sie mitten in die Basalschicht als rudimentäre Gebilde eingelagert sind. Dieser Umstand erlaubt mir anzunehmen, daß die Geschmacksorgane verloren gehen und nur als funktionslose Reste erhalten bleiben. Soviel über den histologischen Aufbau der Kauplatte bei erwachsenen Cyprinoiden.

Nach diesen Betrachtungen wende ich mich der Entstehung der Kauplatte zu. Vor allem war es mir daran gelegen, zu untersuchen, in welchem Wachstumsstadium des Fisches die ersten Zeichen einer Kauplattenbildung zu verzeichnen sind. Zu diesem Zwecke verfertigte ich Quer- und Flächenschnitte von *Cyprinus* und *Tinca* vom Dottersackfischchen angefangen bis zu einhalbjährigen Exemplaren. Es stellte sich heraus, daß die Bildung der Kauplatte erst eintritt, wenn der Fisch seinen Dottersack völlig resorbiert hat, also mit anderen Worten gesagt, gezwungen wird, sich seine Nahrung selbst zu suchen. Figur a zeigt uns den Querschnitt eines 5 mm langen Karpfens gerade in dem Sta-

dium, wo der Dottersack bis auf ein Minimum aufgezehrt worden ist. Betrachten wir den Pharynx, so zeigt dessen Epithel in allen seinen Teilen die gleiche Breite. Erst in der nächsten Figur (b) sehen wir die ersten Zeichen eines ungleichen Dickenwachstums auftreten. Der dorsale Teil des Pharynx-Epithels hat an Mächtigkeit zusehends gewonnen und stellt uns die Kauplatte in primitivster Form vor. Sie besteht aus den die Matrix zusammensetzenden Cylinderzellen, auf die mehrere Reihen polygonaler Zellen folgen, die von der Matrix aus entstanden sind. Von einer



Textfigur a, b.

Zwei Querschnitte durch junge Karpfen.

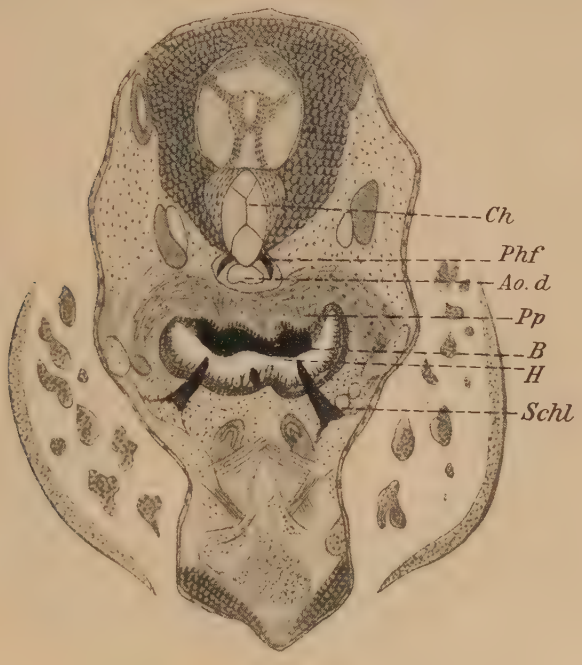
a. *Cyprinus carpio* L., 5 mm lang, Zeiss Obj. 16, Oc. 4.
b *Cyprinus carpio* L., 6½ mm lang, Zeiss Ob. 16, Oc. 4.

Bezeichnungen für alle Textfiguren:

Ao. d. = Aorta descedens.
B = Basalschicht.
Bgp = Bindegewebspolster.
Ch = Chorda dorsalis.
H = Hornschicht.
Mf = Muskelfaser.
Phe = Pharyngealepithel.
Phf = Pharyngealfortsatz.
Pp = Papille.
Schl = Schlundzahn.
So = Sinnesorgan.

Verhornung ist noch nicht die Spur zu sehen. Wichtig ist ferner, daß der Pharyngeal-Fortsatz fehlt; die Kauplatte ruht einem Bindegewebspolster auf, das reichlich von quergestreiften Muskelfasern durchzogen ist. Zwischen diesem Polster und der Chorda zieht die Aorta descendens hin. Die Muskelfasern dieses Polsters beginnen in der Mitte derselben und verzweigen sich hierauf nach außen derart, daß ein Teil den ganzen Schlundraum gleich einer Ringmuskulatur umzieht, ein anderer an den Schlundknochen an der Basis sich inseriert. Was die Schlundzähne betrifft, so könnte man leicht der Meinung sein,

daß dieselben zeitlich vor der Kauplatte entstehen und durch den von ihnen ausgeübten Druck beim Kauen die Entstehung der Kauplatte veranlaßt hätten. Diese Ansicht stellt sich als irrig heraus; auf allen meinen Schnitten werden Zähne und Kauplatte gleichzeitig gebildet. Der Umstand, daß die Kauplatte auf dem beschriebenen Stadium (Fig. b) jedweder Verhornung entbehrt, sowie das Fehlen des Pharyngealfortsatzes, eines geeigneten Widerlagers für die unteren Schlundzähne, läßt wohl

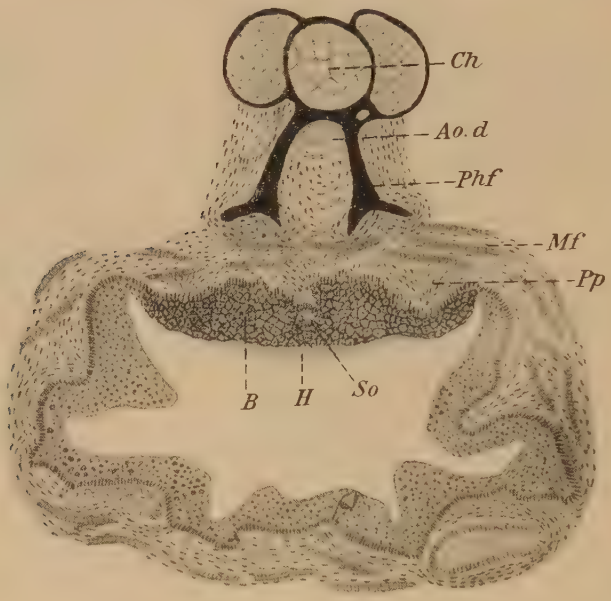


c.

Textfigur c, d. Zwei weitere Querschnitte durch junge Karpfen.
c. *Cyprinus carpio* L., 8 mm lang, Leitz Ob. 3, Oc. 3.
d. *Cyprinus carpio* L., 13 mm lang, Zeiss Ob. 8, Occ. 4.

mit Recht einen bescheidenen Rückschluß auf die Beschaffenheit der Nahrung zu, die Cyprinen dieses Alters zukommt. Diese besteht, da nur schwache Kaubewegungen stattfinden können, jedenfalls aus kleinsten Organismen, wie sie Infusorien und Algen bilden. Die Entstehungsweise der Kauplatte im Auge behaltend, stellte ich mir ferner die Frage, auf welche Weise wohl das Epithel des Schlundes zur Kauplatte wird. Dieser Umwandlungsvorgang vollzieht sich auf die denkbar einfachste Weise. Bekanntermeise besteht das Epithel der Mund- und Rachenhöhle

der Fische in der untersten Lage aus cylindrisch gestalteten, in den obersten Lagen etwas abgeplatteten Zellen (Oppel 16). Dazwischen sind Becherzellen gelagert, in den unteren Schichten rundlich und bläschenförmig gestaltet, in den oberen der Oberfläche zugewandten flaschenförmig, mit einem nach außen sich öffnenden Halse versehen. Auf Schnitten embryonaler Fischchen sieht man die Cylinderzellen des angrenzenden Epithels ohne Veränderung in die Cylinderzellen der Kauplatte übergehen. Dagegen ergaben sich Veränderungen in der dem Pharynxlumen zu-



d.

gewandten Lage. Die Becherzellen sind gänzlich verschwunden, dagegen finden sich 3—5 Reihen abgeplatteter Zellen, die im Vergleiche zu den übrigen Schleimhautzellen eine Vergrößerung erfahren haben und zu den bekannten Riff- oder Stachelzellen werden. Die Kauplatte zeigt sonst auf diesem Stadium in ihrer ganzen Dicke die Beschaffenheit, welche der Basalschicht der späteren Kauplatte zukommt. Die Hornplatte ist somit noch nicht entwickelt.

Der Druckreiz, den die Schlundzähne auf die Klauplatte ausüben, sowie das mit dem Wachstum des Fisches sich steigernde Nahrungsbedürfnis hat nun zur Folge, daß die Kauplatte

wächst und allmählich verhornt. Figur c, ein Querschnitt durch einen 8 mm langen *Cyprinus* zeigt, wie schnell die Kauplatte an Mächtigkeit zugenommen hat. Sie läßt bereits eine einzellige Hornschicht erkennen. Auch die Bildung von drei Bindegewebspapillen ist deutlich zu ersehen. Interessant ist ferner, daß mit dem Verhornungsprozess die Entwicklung des Pharyngealfortsatzes Hand in Hand geht. Wir sehen auf dem nämlichen Schnitte zu Seiten der Chorda zwei Knochenfortsätze, die Schenkel der Pharyngealplatte entstehen, die die Aorta descendens umfassen. Wie auf dem früheren Schnitt b, so sitzt auch hier die Kauplatte dem Bindegewebspolster auf, das wohl ebenfalls an Dimension zugenommen, sonst aber keine Strukturverhältnisse erkennen läßt.

Ein ferneres Wachstumsstadium stellt Figur d dar. Die Kauplatte hat sich bedeutend verbreitert und gleicht nunmehr in ihrem Aufbau vollständig der Kauplatte ausgewachsener Cyprinen. Sie ist tief in den Schlundraum eingedrungen, so daß die benachbarten Schleimhautfalten sich ihr genähert haben und die schon erwähnte Falzbildung vorbereiten. Bei erwachsenen Fischen legt sich der Falz immer fester der Kauscheibe an und bedeckt schließlich einen großen Teil derselben. An seiner inneren Fläche zeigt er zahlreiche verästelte Papillen, die in die Rinne des Falzes hineinragen. Außerdem enthalten die obersten Schichten des Falzepithels viele sehr schön entwickelte Becherzellen. Der Umstand, daß diese sezernierenden Elemente zahlreicher als in dem übrigen Schleimhautepithel auftreten, läßt darauf schließen, daß dieselben durch ihre Sekretabsonderung zur Schlüpfrigerhaltung der Platte dienen und dadurch zum Kauakte in engster Beziehung stehen. Ein weiterer Blick auf unseren Schnitt läßt erkennen, wie sehr die beiden Pharyngealfortsätze in die Länge gewachsen sind, um nunmehr dem Kaudruck der Schlundzähne ein geeignetes Widerlager zu geben. Zur Verbindung beider Fortsätze durch Bildung einer Knochenplatte kommt es indes erst später. Das histologische Bild der Kauplatte selbst ist bis auf eine große Vermehrung der Papillen, sowie die Vergrößerung der Hornschicht unverändert geblieben.

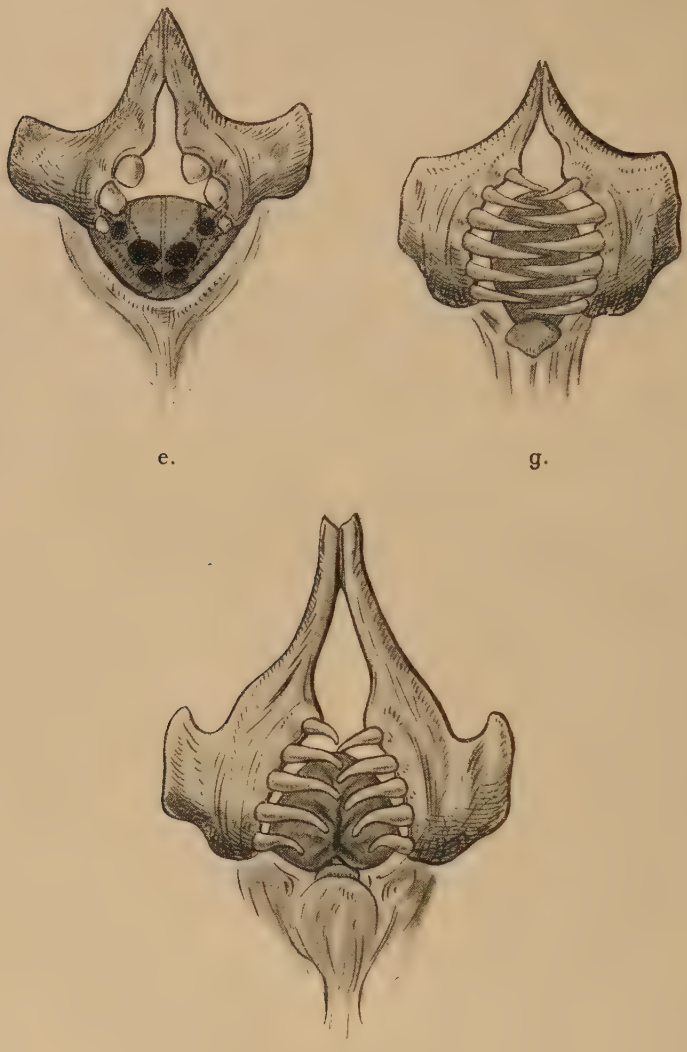
Auf weiteren Schnitten nimmt die Kauplatte immer mehr an Mächtigkeit zu. Gleichzeitig kommt auch das muskulöse elastische Polster, das der Kauplatte als Unterlage dient, zu stärkerer

Entfaltung; ebenso kann man die Entstehung der Pharyngealplatte, die Verbindung der beiden Occipitalfortsätze gut verfolgen. Ich möchte hier an dieser Stelle sowohl auf die histologische Beschaffenheit des ersteren, als auch auf die Entstehung der letzteren kurz eingehen. Das histologische Bild des Polsters ist folgendes: Wir finden fibrilläre, dicht gewebte und verfilzte Bindegewebsmassen, die in ihren tiefer gelegenen Partien deutlich Bündelbildung erkennen lassen. Dieselben durchflechten sich nach allen Richtungen. Man kann breite und schmale Bündel, quer wie auch schräg nach den verschiedensten Seiten verlaufend verfolgen. Durchsetzt wird das Bindegewebe von den schon früher erwähnten quergestreiften Muskelfasern, die sehr häufig ausgesprochen parallel gelagert sind. Bei embryonalen Fischchen treten dieselben in Unmenge auf, später nehmen sie aber an Zahl ab, lassen sich aber noch überall nachweisen. Gegen die Schädelbasis zu werden die Lücken zwischen den Muskelzügen von Fettgewebe ausgefüllt. Im Bindegewebe finden wir die Bindegewebskörperchen. Dieselben stellen sich in mehrhaften Gestalten dar, entweder als epithelähnliche dreieckige Gebilde oder als spindelförmige und sternförmige untereinander verbundene Zellen, ihre Kerne sind stets deutlich zu sehen. Von ihnen sind die Muskelkörperchen gut zu unterscheiden; es sind meist rundliche Zellen mit scharfen Kernkonturen. — Auf diesem Stadium hat das Polster seine höchste Entfaltung erreicht und nimmt nunmehr dem weiteren Wachstum der Kauplatte gemäß ab, um endlich, wie z. B. bei einem dreijährigen Karpfen, durch eine dünne Bindegewebsschicht die Verbindung zwischen Horn und Knochen herzustellen. — Was nun die Pharyngealplatte betrifft, so ist dieselbe auf vorliegenden Schnitten in ihren Anfängen bereits entwickelt. Sie, wie auch ihre zum Occipitalbein führende Schenkel entstehen durch Parastose, d. i. Ossifikation von Bindegewebe (12). Taf. I, Fig. 9 u. 10 stellen zwei Flächenschnitte vor, die in verschiedenen Gegenden geführt sind. In Figur 9 sehen wir die lamellöse Knochenstruktur der Basalplatte. Auf ihrer Oberfläche sind die Knochenplättchen von protoplasmareichen, mit langen Fortsätzen versehenen Bindegewebszellen bedeckt, die nichts anderes als Osteoblasten darstellen und offenbar durch Umwandlung der Bindesubstanzzellen entstanden sind. Figur 10 führt uns einen Schnitt vor, der durch die Kauplatte bezw. deren Basalteil in

der Gegend der Papillen geführt ist. Man sieht deutlich die polygonalen Zellen, sowie deren Kerne mit dunklem Kernkörperchen, in dieses Zellgewebe eingestreut die zahlreichen Bindegewebspapillen mit Blutkapillaren. Der Stiel der Kauplatte ist deutlich abgegrenzt und läßt an seiner Basis die lamellöse Knochenstruktur des Pharyngealfortsatzes mitsammt von Osteoblasten erkennen.

Wie geht nun der Kauakt vor sich? Das vom Fische in die Mundhöhle aufgenommene Wasser wird infolge Zusammenpressen des oberen Gaumenpolsters durch den Kiemenkorb durchfiltriert und gelangt durch die Operkularöffnung nach außen. An den von Zander (17) beschriebenen Siebfortsätzen der einzelnen Kiemenbögen bleiben nun Nahrungsteile zurück (wie ich selbst bei Versuchen an der hiesigen Biologischen Versuchsanstalt für Fischerei beobachten konnte); diese Nahrungsteile werden durch wellenförmige Kontraktionen des oberen und des unteren Gaumenpolsters, von denen letzteres bedeutend schwächer als ersteres entwickelt ist, an die Schlundzähne gebracht, von diesen erfaßt, an der Kauplatte zermalmt und von da in den Darm geleitet. Es lag nun die Vermutung nahe, daß die Art und Weise, wie die Schlundzähne beim Kauakt die Bewegung sowohl gegen die Kauplatte als auch gegeneinander vollführen, eine verschiedene sein müsse; darauf deutet schon die eingangs erwähnte Mannigfaltigkeit in der Verteilung der Kauplattenwülste sowie Form der Schlundzähne selbst hin. Daß dies in der Tat zutrifft, davon konnte ich mich auf folgende Weise überzeugen. Einigen Cyprinoiden, wie *Cyprinus, Tinca, Leuciscus, Abramis, Chondrostoma nasus, Gobio fluviatilis* und *Rhodeus amarus,* wurden der Kiemendeckel und der Schultergürtel entfernt und dadurch der Kiemenapparat mitsamt den Schlundknochen freigelegt. So ließ sich feststellen, in welcher Weise die Zähne der linken und rechten Seite zueinander und zur Kauplatte gelagert sind. Beim Karpfen findet der Kauakt nur zwischen der Kauplatte einerseits und den Schlundzähnen andererseits statt, wie es früher allgemein für die Kauplatte dieses Cypriniden angegeben wurde. Dabei wirken die Schlundzähne der rechten und linken Seite nicht gegeneinander, sondern vollführen parallel zueinander und senkrecht zur Oberfläche der Kauplatte eine typische Mahlbewegung. Vor allen sind es zwei Zähne der ersten und einer der zweiten Reihe jedes Schlundknochens, die an diesem Kauakte beteiligt sind (Fig. e). In ähnlicher Weise

wie beim Karpfen erfolgt der Vorgang bei seinem nächsten Verwandten, der Karausche (*Carassius vulgaris*, Nilss.). Erheblich



e. g.

f.

Textfigur e, f, g.
Schlundzähne und Kauplatten dreier Cyprinoiden während des Kauens.
(Ventral aus gesehen.)
e. *Cyprinus carpio* L. f. *Leuciscus cephalus* L. g. *Chondrostoma nasus* Lin.

andere Verhältnisse finden wir bei den *Leuciscus*-Arten, Abramiden, der Barbe und dem *Gobio fluviatilis* (Cuv.). Hier sind die Zähne nicht senkrecht zur Kauplatte gestellt, sondern schräg. Die Zähne

des linken und rechten Schlundknochens sind daher einander zugewandt und greifen die der einen Seite in die Zähne der anderen Seite ein. Ihre Spitzen sind schließlich hakenförmig nach aufwärts gewandt (Fig. f). In ähnlicher Weise sind die Zähne bei *Chondrostoma nasus* und *Rhodeus amarus* (Bl.) auf den unteren Schlundknochen angebracht. Die einzelnen Zähne sind hier plattenförmig und so gestellt, daß die flachen Seiten nach vorn und hinten, die Kanten nach oben und unten schauen. Die Zähne der rechten und linken Seite greifen wie die Zinken zweier Kämme dichtgedrängt ineinander ein, so daß ihre oberen Kanten eine einzige Fläche bilden, die beim Kauen gegen die Kauplatte gerichtet wird. Diese Kante wird daher abgenützt und nicht das obere Ende des Zahns (Fig. g).

Daß die Kauplatte tatsächlich eine Hornbildung ist, darüber bin ich mir durch die Verdauungsmethode mit Trypsin, sowie Verbrennungsversuche klar geworden. Unter dem Einfluß von konzentrierter Kalilauge quillt das homogene Horn auf. Es treten deutlich die früher beschriebenen länglichen Epithelzellen mit scharfen Zellgrenzen hervor. Im Inneren der Zelle erblickt man den Kern; er ist in ein blasenartiges Gebilde aufgequollen.

Wird das Horn mit Wasser auf 150—200° C. erhitzt, so erhält man eine trübe Lösung und mit Eisessig gekocht, löst es sich vollständig auf.

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, meinen sehr verehrten Herren Lehrern, Professor Dr. Hertwig für das mir stets entgegengebrachte Wohlwollen sowie für die bei der Durchsicht der Arbeit gehabte Mühe, Professor Dr. Hofer für die Überlassung des Themas und seine Anregungen meinen besten Dank zu sagen. Ebenso bin ich Herrn Privatdozenten Dr. Goldschmidt für seine mir jederzeit gewährten Ratschläge sehr zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1. Cuvier, Das Tierreich, Bd. 2, 1832.
2. Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere, 1854.
3. Siebold, Süßwasserfische von Mitteleuropa, 1863.
4. Heckel & Knerr, Süßwasserfische der österreichischen Monarchie, 1858.
5. Owen, Odontography, London, 1840—1845. Vol. 2.
6. Jurine, Note sur les dents et la mastication des poissons appelés Cyprins. Memoires de la Societé de Phys. et d'Histoire nat. de Genève, Tome 1, 1821.
7. Gegenbaur, Vergleich. Anatomie der Wirbeltiere, 1901, 2. Bd.
8. Molin, Sulla callosità faringea dei cyprini. Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. in Wien, 1850, Bd. 5.
9. Heincke, Über die Zähne der niederen Wirbeltiere, Zeitschr. f. wiss. Zool., 1873, Bd. 23.
10. Hoppe, Untersuchungen über den Kauapparat der Cyprinoiden, *Leuciscus rutilus,* Leipzig 1894.
11. Gratzianow, Über die Kauplatte bei Cyprinoiden, Zool. Anzeiger 1900, Bd. 23.
12. Sagemehl, Das Cranium der Cyprinoiden, Morph. Jahrb. 1891, Bd. 17.
13. Schiemenz, Die Zoologie im Dienste der Fischerei, Verh. d. 5. intern. Zoologenkongr. Berlin.
14. Leydig, Becherförmige Organe, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 3.
15. Schultze, Über die becherförmigen Organe der Fische, Zeitschr. d. wiss. Zool., Bd. 12.
16. Oppel, Vergleichende mikrosk. Anatomie, 3. Teil, 1900.
17. Zander, Studien über das Kiemenfilter bei Süßwasserfischen, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 75, 1903.

Allgemeine Bezeichnungen.

B. = Basalschicht.
Bc. = Blutcapillare.
Ch. = Chorda dorsalis.
Cz. = Cylinderepithelzellen.
F. = Falz.
H. = Hornschicht.
Kpl. = Knochenplättchen.
Mfd. = Mittelfeld.
Nz. = Nervenendzellen.
Ob. = Osteoblasten.
Pht. = Pharyngealschleimhaut.
Pl. = Platte.
Pp. = Papille.
R. = Rinne.
Schl. = Schlundzahn.
Sfd. = Seitenfeld.
St. = Stiel.
So. = Sinnesorgan.
So. r. = Sinnesorgan rudimentär.
W. = Wulst.

Erklärung zu Tafel I.

Fig. 1. Kauplatte von *Cyprinus carpio* Lin. in situ, vergr. 1 : 2½.
Fig. 2. Kauplatte von *Barbus fluviatilis* Agass. in situ, vergr. 1 : 4.
Fig. 3. Kauplatte von *Leuciscus cephalus* Lin. in situ, vergr. 1 : 4.
Fig. 4, 5, 6. Kauplatten von *Leuciscus idus* L., *Leuciscus virgo* Heck. und *Chondrostoma nasus* Lin. in natürlicher Größe.
Fig. 7. Querschnitt durch die Kauplatte von *Gobio fluv.* Cuv., Färbung Delaf. Haematoxylin (in der Figur gelb) und Saffranin. Zeiss Ob. 16, Oc. 4. Tischhöhe.
Fig. 8. Becherförmiges Organ eines jungen Cypriniden. Zeiss Hom. Imm. 1/12, Oc. 4. Tischhöhe.
Fig. 9. Medianer Flächenschnitt durch die Platte des Pharyngealfortsatzes von *Cyprinus carpio* L. Zeiss Ob. 16, Oc. 4. Tischhöhe.
Fig. 10. Medianer Flächenschnitt durch die Basalschicht der Kauplatte von *Cyprinus carpio* L. Zeiss Ob. 16, Oc. 4. Tischhöhe.

Figur 1, 2, 3, 7 gezeichnet von Universitätszeichner Krapf.
Figur 4, 5, 6, 8, 9, 10 gezeichnet von O. Haempel.

Lebenslauf.

Oskar Haempel, geboren zu Malec in Galizien als Sohn des Gutsbesitzers Karl Haempel, besuchte die Gymnasien zu Bielitz in Österreich-Schlesien und Mähr.-Weißkirchen und bezog nach bestandener Reifeprüfung im Jahre 1902 die K. K. Hochschule für Bodenkultur in Wien, ging im nächsten Jahre (1903) an die Kgl. Technische Hochschule zu München, um seine landwirtschaftlichen und naturwissenschaftlichen Studien daselbst fortzusetzen. Vom Jahre 1904—1906 gehörte derselbe als ordentlicher Hörer der Kgl. Maximilians-Universität in München an, widmete sich ausschließlich den Naturwissenschaften und hörte die Vorlesungen bezw. Praktika folgender Dozenten: Prof. Dr. Hertwig (Zoologie, Vergleichende Anatomie und zoolog. Praktikum), Prof. Dr. Goebel (Allgemeine und spezielle Botanik sowie botan. Praktikum), Prof. Dr. Rothpletz (Geologie und geol. Praktikum), Privatdozent Dr. Goldschmidt (Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere und Parasiten des Menschen).